



UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR



ASOCIACIÓN  
ODONTOLÓGICA  
ARGENTINA

TECNICAS COMPENSATORIAS DE LA

---

POLIMERIZACION DE

---

RESINAS

---

DE USO ODONTOLÓGICO

---

LORENZO PABLO NOVERO

CONSULTA EN SALA

UNIVERSIDAD DEL SALVADOR

ASOCIACIÓN ODONTOLÓGICA ARGENTINA

TESIS PARA LA OBTENCIÓN DEL GRADO  
ACADÉMICO DE DOCTOR EN ODONTOLOGÍA

*Titulo:*

TÉCNICAS COMPENSATORIAS DE LA  
POLIMERIZACIÓN  
DE RESINAS  
DE USO ODONTOLÓGICO.

USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

*Autor:*

LORENZO PABLO NOVERO

*Padrino de tesis::*

PROFESOR DR. ALBERTO DELL 'ACQUA

2000

## *Agradecimientos*

A Mónica Brasca, mi esposa, quien es la responsable de la terminación de esta tesis, por su apoyo, el cuidado del hogar y su participación directa en variados aspectos del trabajo realizado.

A Valentina y Pablo, con su paciencia por no contar con su papá durante tantos momentos.

Al Profesor Dr. Máximo Ledesma, por todas las posibilidades que me brindó.

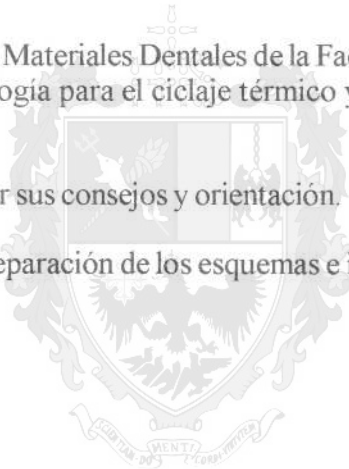
Al Profesor Dr. Alberto Dell 'Acqua, por su apoyo.

A la Dra. Patricia Pelossi, por su colaboración en la determinación del método estadístico para la evaluación de las muestras.

A las autoridades de la Cátedra de Materiales Dentales de la Facultad de Odontología de la UBA, por permitir el uso de la aparatología para el ciclaje térmico y conservación de la temperatura adecuada de las muestras.

Al Profesor Dr. Wilson Garone por sus consejos y orientación.

A la imprenta Serv Graf por la preparación de los esquemas e impresión del trabajo.



USAL  
UNIVERSIDAD  
DEL SALVADOR

## ÍNDICE

### I- INTRODUCCIÓN

Caraterísticas de las resinas compuestas.....	4
Matriz orgánica.....	5

II- REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA.....	8
---------------------------------	---

### III- ANÁLISIS DE LA BIBLIOGRAFÍA

Contracción de los sistemas monómeros.....	38
Relleno inorgánico.....	43
Contracción de polimerización.....	47
Polimerización de los composites.....	50
Técnicas compensatorias de la contracción de polimerización.....	59
Bibliografía por temas.....	71

### IV- COMPROBACIÓN PROPUESTA.

Materiales.....	74
Métodos.....	75
Resultados.....	81
Presentación de preparados.....	83

V- DISCUSIÓN.....	86
-------------------	----

VI- CONCLUSIONES.....	89
-----------------------	----

VII- RESUMEN.....	90
-------------------	----

VIII - ABSTRACT.....	91
----------------------	----

IX - BIBLIOGRAFÍA.....	92
------------------------	----

## INTRODUCCIÓN

---

Desde la aparición comercial de las resinas compuestas (R.C.) y de su combinación con manio-  
bras adhesivas, comenzó una verdadera revolución en las prácticas y técnicas operatorias que produjo  
modificaciones importantes en el diseño de las preparaciones y en la secuencia clínica para su aplicación.

En un primer momento, estos materiales fueron utilizados en el sector anterior; inmediatamente  
después, surgió la inquietud de aplicarlos en el sector posterior. Si bien esto es posible con buen suceso,  
aún no se llegó a la posibilidad concreta de reemplazar totalmente el uso de amalgama o de incrustaciones  
con materiales plásticos estéticos en el sector posterior. Esto se debe a que, si bien los composites expe-  
rimentaron importantes mejoras desde su aparición, aún presentan inconvenientes para su utilización ge-  
neralizada en reemplazo de los metales y las porcelanas de uso odontológico.

Para que sea posible la utilización de los composites en el sector anterior y posterior de las arca-  
das dentarias, se deben tener en cuenta variados factores al aplicar el material, ellos son:

- *Tejidos dentarios.* Hay distintos aspectos que se deben observar: en primer lugar, la composición, morfología, fisiología, humedad y el comportamiento de los tejidos dentarios; luego, el tipo de prepa-  
ración que se debe realizar para recibir la restauración. Otro elemento importante en este punto es el  
acondicionamiento de estos tejidos, imprescindible para las prácticas adhesivas.
- *Materiales que han de utilizarse.* Se deben considerar: la composición, las características de com-  
portamiento y las posibilidades de las R.C. que, directamente relacionadas con el tipo de preparación  
hecha en la pieza por tratar, indicarán la manera de inserción e, incluso, la conveniencia de combinar  
estos materiales con otros cuyas características compensen algunas falencias intrínsecas de los  
composites.
- *Técnica operatoria* adecuada para la utilización de estos materiales. Por la naturaleza de los composites,  
la rigurosidad técnica para la aplicación de estos es imprescindible y está directamente relacionada  
con la preparación de los tejidos para técnicas adhesivas.

### Características de las Resinas Compuestas

Son materiales heterogéneos, integrados por dos fases o componentes fundamentales y un ele-  
mento de unión:

- *Matriz orgánica de resina* (generalmente BisGMA, dimetacrilato de uretano, etc.) que representa  
entre un 20% y un 50% del material.
- *Relleno inorgánico*, que es una fase dispersa que le confiere resistencia al material.
- *Agente de unión o de acople:* estas dos fases funcionan como una unidad estructural debido al  
procedimiento de sinalización al que son sometidas las partículas de relleno, enlazando muy fuerte-  
mente los dos componentes fundamentales de los composites a través de una molécula bifuncional de  
vinilsilano. El agente de acople más utilizado es el  $\gamma$ -metacril oxipropil trimetoxi silano.

## Matriz Orgánica

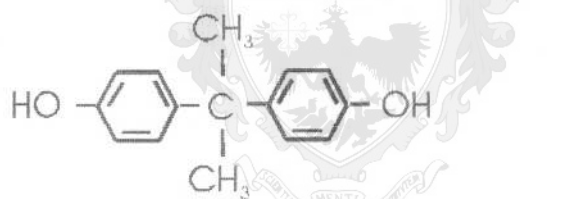
Las transformaciones que experimentaron las resinas compuestas desde su aparición estuvieron centradas fundamentalmente en distintos mecanismos de iniciación y en diferentes tecnologías de relleno, mientras que el componente monómero de resina, por mucho tiempo prácticamente no experimentó cambios. Así es que la mayoría de los composites comerciales, en su matriz orgánica, están basados en BIS GMA o variaciones de esta fórmula.

Esto indica que por muchos años otros componentes del material tuvieron más necesidad de mejorar que el sistema monómero. Sin embargo, recientes investigaciones en el campo de las resinas dentales produjeron resultados cuya aplicación conducirá a la optimización del rendimiento de la matriz orgánica de las resinas compuestas.

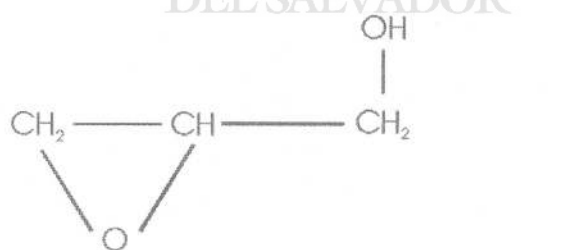
El origen de la matriz orgánica de los composites está basado en estudios y desarrollos realizados en el National Bureau Standards por el Dr. R.L.Bowen quien, en 1956, sintetizó el monómero 2,2-bis 4-(2-hidroxy-3-metacriloxi propoxy fenil propano y dio así inicio a una nueva era en los materiales de uso odontológico.

Este monómero se parece a una resina epoxídica, excepto que los grupos epoxídicos son reemplazados por grupos metacrilatos. Fue desarrollado con tres moléculas de base: bisfenol A, alcohol glicídico y ácido metacrílico :

Bisfenol A



Alcohol glicídico



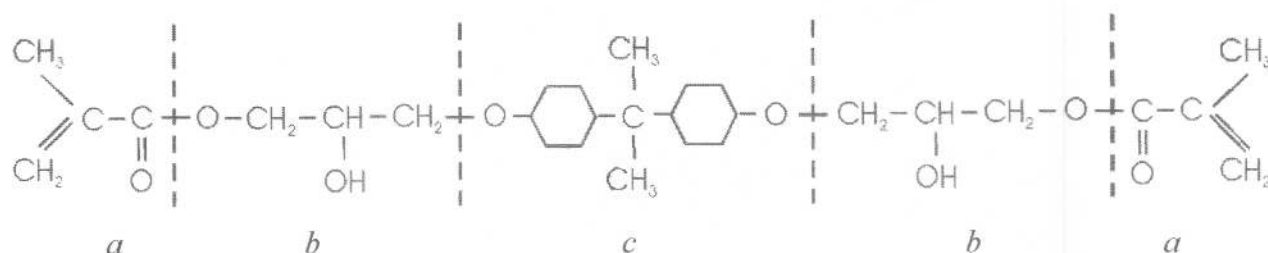
Ácido metacrílico



La macromolécula se prepara en dos tiempos.

1. Alcohol glicídico + ácido metacrílico – metacrilato de glicidilo (policondensación)
2. Metacrilato de glicidilo + bisfenol A – BIS GMA (poliadición).

Fórmula de Bowen:



Esta molécula tiene en el extremo dobles enlaces que permitirán la polimerización de las moléculas de BIS GMA entre ellas.

Se pueden destacar tres observaciones sobre esta molécula:

1. La presencia de dos ciclos aromáticos confiere rigidez a la molécula.
2. La presencia de dos radicales hidroxilo permite la formación de puentes de hidrógeno que producirán una gran viscosidad.
3. Se encuentra únicamente dos radicales metacrílicos en los extremos de la cadena y por lo tanto, las posibilidades de reticulación son bajas. (Roth 1993<sup>(108)</sup>)

A partir de las moléculas de BIS GMA se fueron haciendo progresos encaminados a controlar estos parámetros.

La muy alta viscosidad del BIS GMA se diluye con la mezcla de monómeros dimetacrilatos de menor peso molecular para alcanzar una viscosidad adecuada que le permita incorporar rellenos inorgánicos.

Los monómeros más frecuentemente usados como diluyentes del BIS GMA son el etilenglicol-dimetacrilato (EGDMA) y el tri-etilenglicol-dimetacrilato (TEGDMA).

Mientras que la viscosidad del agua es aproximadamente de 1 mPa\*s, la del BIS GMA es de alrededor de 1.000.000 mPa\*s y la de TEGDMA, de 10 mPa\*s. Esto tiene importancia porque cuanto más baja es la viscosidad del monómero, más relleno puede incorporarse y el incremento de la cantidad de partículas inorgánicas mejorará varias propiedades del material, una vez polimerizado. Sin embargo, la dilución del monómero tiene efectos negativos, ya que se incrementa la contracción de polimerización; por lo tanto, el fabricante debe llegar a un preciso equilibrio para lograr las mejores propiedades posibles.

Cuando se transforma un monómero en polímero se logra un material orgánico sintético produciéndose además fenómenos colaterales que deben ser tenidos en cuenta.

La polimerización transforma la sustancia monómero de mayor energía en un polímero con menor energía, esta energía no se pierde sino que se transforma y libera en forma de energía térmica, (exotermia).

Un segundo efecto de la polimerización es la contracción, ya que la masa de un polímero ocupa un volumen menor al de la misma masa de un monómero y que por tanto su densidad es mayor. (Macchi 1980<sup>(81)</sup>)

Considerando lo expuesto, el éxito de una restauración depende de variados factores pero centrada en dos elementos determinantes como lo es :



- 1- Conocimiento de las características del material a utilizar.
- 2- Dominio de la técnica restauradora.

Con referencia a las resinas compuestas, éstas, dependen de una técnica muy depurada y prolija para obtener restauraciones durables en el tiempo ya que errores durante los procedimientos restauradores pueden provocar importantes fallas.

Como se detalló precedentemente estos materiales sufren durante el proceso de polimerización transformaciones en su estado, lo que exige la aplicación sistemática de técnicas compensadoras por lo cual a pesar de la positiva evolución de estos materiales desde su aparición todavía deben ser evaluados prolijamente para solucionar los inconvenientes que actúan negativamente.

Durante la polimerización uno de los fenómenos que se produce, como fue descripto, es el que a contracción del material, lo que origina en su fase final como durante la conversión efectos determinantes en el resultado de las restauraciones.

Es así que diversos autores e investigadores abordan ampliamente el tema y se sugieren distintos métodos compensatorios en las distintas variables que intervienen.

Los inconvenientes que origina la polimerización de los composites en la que adquiere relevancia la contracción del material se describen como microgrietas y cracks en el esmalte (Jorgensen y col. 1975 <sup>(58)</sup>), fallas adhesivas Ehrnford y Dérand 1984 <sup>(35)</sup>, fracturas y microfiltración por efecto de tensiones por contracción de polimerización Jensen y Chan 1985 <sup>(56)</sup>, grietas en la interfase y fracturas de esmalte por variación de temperatura de acuerdo a la carga del Composite Staninec y col. 1986 <sup>(120)</sup>, sensibilidad posoperatoria por efecto de la contracción de polimerización Eick y Welch 1986 <sup>(36)</sup>, deflexión de cúspides y microfracturas de esmalte por contracción de polimerización Lambrechts y col. 1987 <sup>(65)</sup>, formación de microgrietas en la interfase material diente Torstenson y Brännström 1988 <sup>(129)</sup>, deflexión de cúspides y deterioro de márgenes Lutz y col. 1991 <sup>(78)</sup>, relación de microgrietas gingivales y retención de la cavidad Coli y col. 1993 <sup>(20)</sup>, Distintos deterioros marginales de acuerdo a la forma de activación de las resinas Han y col. 1992 <sup>(50)</sup>, desajustes de adaptación influidas por el direccionamiento de la fotoactivación Segura y Donly 1993 <sup>(112)</sup>, defectos en el sellado marginal por contracción de polimerización Mafla Lasso 1994 <sup>(83)</sup>, competencia de fuerzas provocadas por stress de contracción y resistencia de los mecanismos adhesivos al sustrato Carvalho y col. 1996 <sup>(14)</sup>, deflexión cuspeada por stress de contracción Meridith y Setchell 1997 <sup>(87)</sup>.

Otros autores demostraron la relación entre las superficies de contacto material diente y superficie libre del material durante la polimerización Davidson y col. 1984 <sup>(28)</sup>, Feilzer 1987 <sup>(44)</sup>, y entre la adhesión al sustrato y la dirección de los vectores de contracción Versluis y col. 1996 <sup>(137)</sup>, Verluis y col. 1998 <sup>(139)</sup>.

Por las características apuntadas del material se expusieron distintos mecanismos compensatorios referidos a la aplicación y polimerización del material con técnicas estratificadas, Lutz y col. 1986 <sup>(79)</sup> IV, Lutz y col. 1986 <sup>(80)</sup>, Asan y col. 1987 <sup>(51)</sup>, Lecraire y col. 1988 <sup>(66)</sup>, Pollack 1987 <sup>(103)</sup>, Donly y col. 1990 <sup>(32)</sup>, Eakle y Nakamoto 1989 <sup>(34)</sup>, Cheung 1990 <sup>(18)</sup>, Wilson 1993 <sup>(141)</sup>, Koenigsberg 1989 <sup>(63)</sup> téc. Vert. Mejor, Lutz y col. 1992 <sup>(77)</sup>, Ericson y Dérand 1991 <sup>(41)</sup>, Chan y col. 1994 <sup>(17)</sup>, Applequist 1996 <sup>(4)</sup>, Alster 1997 <sup>(2)</sup>, Price y col. 2000 <sup>(106)</sup>, Shahani y Menezes 1992 <sup>(114)</sup>, Tjan y col. 1992 <sup>(128)</sup>

El objetivo de este trabajo es determinar a través de distintas variables las técnicas compensatorias más adecuadas para la inserción del material teniendo en cuenta sus características y las del sustrato.



## REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En 1975, JÖRGENSEN y colaboradores<sup>(58)</sup> publicaron un artículo sobre lesiones en el esmalte, ocasionados por la contracción de las resinas restauradoras. En las restauraciones *in vitro*, realizadas en dientes extraídos, con grabado ácido del esmalte, aplicación de la resina fluida Sevriton, seguida de la inserción de resinas activadas químicamente, los autores detectaron microfracturas en el esmalte adyacente a la restauración. Estas fracturas, según los autores, son resultado de la contracción de polimerización, asociada con las diferencias de los coeficientes de expansión térmica entre la resina compuesta y la estructura dental. Además de esas fracturas, se informó acerca de la formación de microgrietas en el esmalte, y se indicó que la fuerza de contracción de polimerización era superior a la resistencia cohesiva del propio esmalte dental.

En 1977, LUESCHER y colaboradores<sup>(76)</sup> publicaron un estudio de laboratorio en el cual analizaron la microfiltración y la adaptación marginal de las restauraciones con resinas compuestas, químicamente activadas (Adaptic y Concise), en dos tipos diferentes de cavidades clase II: una cavidad convencional (de Black) y otra denominada cavidad adhesiva. Las cavidades MOD fueron preparadas en molares y las cavidades adhesivas presentaban todos los ángulos internos redondeados y el ángulo cavo-superficial biselado. Se evaluaron todas las restauraciones, que fueron realizadas con grabado ácido de esmalte y sin él, con uso de resina fluida y sin ella y con y sin compresión sobre la resina aplicada en la cavidad. Los dientes restaurados fueron dejados durante 20 horas en fucsina básica al 0,5% para el test de filtración marginal (no se realizó ciclaje térmico) y luego fueron analizados con microscopio electrónico. Los autores concluyeron en que las cavidades adhesivas, sumado al grabado ácido del esmalte y al uso de la resina fluida, presentaban menores índices de filtración marginal y mejor adaptación marginal. La forma de inserción de la resina, es decir, con compresión y sin ella, no mostró influencia en los ítems evaluados.

En el libro titulado "New concepts in Operative Dentistry", FUSAYAMA<sup>(48)</sup>, en 1980, al describir la aplicación de una resina compuesta asociada con un sistema de adhesión a la dentina, recomendaba el grabado ácido (ácido fosfórico al 40%) sobre la dentina en busca de mejores niveles de adhesión. Con respecto a la respuesta pulpar resultante de la aplicación del ácido en la dentina, el autor informaba que era muy escasa y siempre menor que en los casos realizados sin acondicionamiento (grabado).

INOKOSHI y colaboradores<sup>(55)</sup>, en 1982, en una investigación sobre la respuesta pulpar frente a la aplicación de un "nuevo" sistema adhesivo evaluó histológicamente el efecto del acondicionamiento ácido de la dentina con ácido fosfórico al 35%. El trabajo, realizado en perros vivos, constó de restauraciones de resina compuesta Adaptic y del "nuevo" sistema Clearfil Bond System-F, en dientes que recibieron o no base cavitaria, así como grabado ácido de la dentina y del esmalte. Los autores concluyeron que: 1) las restauraciones con resina Adaptic sin grabado ácido del esmalte y sin base causaban severa reacción pulpar, con penetración de bacterias, que aumentaba con el paso del tiempo; 2) el uso del recubrimiento disminuyó la respuesta pulpar para ambas resinas y 3) cuando la restauración fue realizada con el sistema Clearfill con grabado ácido total (dentina y esmalte), no hubo penetración bacteriana y hubo apenas una leve respuesta pulpar, más suave que en los casos sin grabado.

DAVIDSON y sus colaboradores<sup>(28)</sup>, en 1984, publicaron un artículo en el cual estudiaron la influencia de la tensión generada durante la contracción de polimerización de las resinas compuestas, sobre la adhesión a la dentina tratada con adhesivos dentinarios. Se llevaron a cabo dos tipos de experimentos para evaluar el efecto de la contracción sobre la adhesión a la estructura dentaria. El primero constó de un modelo lineal, que consistió básicamente en una prueba de tracción, durante la polimerización de la resina compuesta, aplicada sobre una superficie de dentina previamente tratada con adhesivo dentinario, reali-

zados con un tensiómetro. El segundo test, un modelo tridimensional, consistió en restauraciones realizadas en cavidades clase V, en dientes bovinos con adhesión de la resina compuesta sobre, por lo menos, tres paredes; la mencionada resistencia adhesiva fue evaluada mediante el test de filtración de colorante azul de metileno. Los resultados indicaron que en el modelo lineal la resistencia adhesiva fue superior a la tensión de contracción de polimerización, y se mantuvo la adhesión de la resina a la dentina; en el modelo tridimensional, la tensión de contracción fue superior y ocasionó la ruptura de la adhesión, caracterizada por la filtración del colorante. Los autores explicaron tales resultados por la capacidad de la resina de escurrirse durante la polimerización, que ocurre con mayor libertad en el modelo lineal, por estar adherida apenas a una pared, con mayor cantidad de superficie libre; mientras que, en una clase V, el material insertado queda confinado a una cavidad, lo que impide el libre escurrimiento debido a la adhesión a las paredes. Concluyeron en que para conseguir una adaptación marginal estable, es necesario un agente adhesivo mejorado, como una resina con menos contracción, y prestar atención a la configuración de la cavidad.

Ese mismo año, EHRNFORD y DÉRAND<sup>(35)</sup> evaluaron, *in vitro* la dimensión de la grieta (gap) formada entre la pared gingival y la resina compuesta en restauraciones clase II. Restauraron cavidades MOD, preparadas en dientes premolares, con un ángulo cavo-superficial localizado totalmente en esmalte. Utilizaron tres tipos de resina compuesta: una convencional (PROFILE), activada químicamente, una de micropartículas (DURAFILL) fotoactivada y una resina experimental "condensable", igualmente fotoactivada. El esmalte recibió grabado ácido y se aplicó una capa de resina fluida que acompañaba la resina compuesta. Las resinas fotoactivadas fueron aplicadas y polimerizadas en dos o tres incrementos, con 40 segundos de exposición a la luz. Después de la evaluación de la fotomicrografía de los dientes restaurados, concluyeron en que la resina experimental presentó grieta del orden de 10  $\mu$ , mientras que las otras dos, de alrededor de 35  $\mu$ . Citaron la escasa cantidad de esmalte en la pared gingival que podría comprometer la adhesión. Adjudicaron la menor extensión de la grieta a la composición de la resina experimental, que presentaba menor cantidad de carga de naturaleza porosa, lo que respondería por la menor contracción de polimerización.

CHAN y BOYER<sup>(16)</sup>, en 1985, estudiaron *in vitro* la capacidad de la luz para polimerizar resina compuesta a través de la dentina. Se polimerizaron muestras que consistían en resina compuesta de 2 mm de espesor, interponiendo discos de dentina (de 1,0, 1,5, 2,0 y 2,5 mm de espesor), en función del tiempo de polimerización (20, 40, 60 y 120 segundos). Se realizaron tests de dureza Barcol de la superficie y del lado opuesto (inferior) de las muestras, para verificar la efectividad de la polimerización. Concluyeron en que la resina compuesta puede ser fotopolimerizada a través de la dentina y que la barrera de dentina atenúa la intensidad de la luz, a semejanza de igual espesor de la resina compuesta. La dureza disminuye con el aumento del espesor de la dentina por atravesar y las barreras de más de 2 mm prácticamente no polimerizan la resina; el aumento del tiempo de exposición puede compensar, hasta cierto punto, el espesor de la dentina interpuesta. Los autores recomiendan un tiempo mínimo de 40 segundos, cuando se polimeriza resina compuesta a través de la dentina.

JENSEN y CHAN<sup>(56)</sup> (1985), en un trabajo sobre contracción de polimerización y microfiltración en restauraciones clase II con resina compuesta, estudiaron el efecto de las tensiones generadas durante la polimerización, al constatar que ocurrían fracturas en algunos dientes restaurados clínicamente. Para ello, realizaron dos experimentos para cuantificar estas deflexiones. El primero consistió en la medición de la distancia intercuspídea antes y después de la restauración; el segundo, en medir la deflexión en el momento de la polimerización, con el uso de sensores colocados en la faz externa de los dientes. Se